ChinaXiv合作期刊 图书情报工作
第65卷第10期 2021年5月

搜索即学习主题的相关研究综述*

■ 宋筱璇 刘畅 陈建龙
北京大学信息管理系 北京 100871

摘 要：[目的/意义]对“搜索即学习(SAL)”主题的相关研究进行梳理，形成较为完整的综述，为未来进一步探索该主题提供相应的指导和参考。[方法/过程]从SAL研究中涉及的4个关键问题：搜索和学习的关系、搜索过程的影响因素、学习的评估、系统优化，对已有文献展开回顾，并构建SAL主题下情境、人群、系统与搜索学习间关系的研究框架。[结果/结论]未来SAL主题下的研究应重点关注4方面问题：①特征化学习情境，以设计学习型搜索任务，并根据任务特征评估学习产出；②探索人群的学习特征，如认知特征、元认知特征，对搜索过程中行为交互的影响；③理解搜索作为学习的过程，探索搜索行为和学习行为之间的联系；④结合情境要素、人群要素、搜索和学习的特征，重新设计、配置和优化当前的搜索系统，实现搜索系统和学习系统的融合，有效支持学习。

关键词：搜索即学习(SAL) 学习型搜索 搜索过程 情境因素 学习产出 系统优化
分类号：G250
DOI：10.13266/j.issn.0252-3116.2021.10.012

1 引言

图书情报学自起源之时，就致力于帮助人们进行信息的存储、组织、查询和利用，辅助人们的决策与学习[1]。随着信息技术和网络技术的快速发展，网络上的信息愈加丰富，互联网用户已经习惯通过使用网络搜索系统查询和获取各类信息。长久以来，搜索系统被认为是用户搜索相关页面、以发现相关答案、满足用户需求的工具。当前的搜索系统能够较好地解决信息需求相对明确的事实发现型的任务，但是对于那些需求不明确的、过程复杂的任务的支持还很有限[2]。除了提供相关的搜索结果，搜索者更加期待搜索系统能够辅助搜索任务完成的全过程，支持信息获取、信息使用等各个环节。另一方面，人们利用搜索引擎获得信息后，经常会高估自己的知识水平，误认为网络上获取的知识就是自己头脑中已经存在的知识[3]。实际上，人们并没有真正学习到这些知识，只是因为网络信息获取太过容易，让他们产生了这种错觉，达克效应在互联网用户上的体现越来越受到人们的重视。因此，搜索引擎的核心价值不能局限于帮助人们便捷地获取信息，更应该发展其对于人们学习和思考的价值。

信息搜索领域的研究人员认为，未来，搜索系统的设计和优化应该从当前的以答案为中心(answer-centric)转向以学习为中心(learning-centric)，为搜索者创建优良的知识情境(knowledge-context)，以服务于搜索者的长期记忆[4]。“搜索即学习(searching as learning, SAL)”的提出正是基于这样的思考，结合学习科学领域的相关理论对信息搜索展开研究，关注搜索系统作为一种学习工具，而不是单纯的信息检索工具的影响和结果[5]。学习科学(learning sciences)起源于19世纪70年代，关注的是在正式或非正式的环境中，跨学科的教与学的研究。学习科学汲取了来自不同领域的知识，包括认知科学、教育心理学、计算机科学、信息科学和设计研究等，其研究重点在于探讨学习环境的构建，包括人类环境和计算机环境，及其在该环境下学生学习效果的提升[6]。事实上，无论在图书情报领域还是学习科学中，关于搜索和学习的交集的研究并不是一个新的话题，如在学习的环境中搜索信息的行为、学习搜索技能等早期的研究，都潜在地讨论了搜索和学习之间的联系。“搜索即学习”主题的研究，通过探索用户学习和信息行为的规律，启发我们重新考虑搜索系统在直接支持人类学习方面的价值，关注搜索系统

* 本文系国家社会科学基金项目“学习型搜索中用户交互行为与学习效果关系研究”(项目编号:18BTQ090)研究成果之一。
作者简介：宋筱璇(ORCID:0000-0002-6589-4071)，博士研究生；刘畅(ORCID:0000-0002-9183-6385)，副教授，博士，硕士生导师，通讯作者，E-mail:imliuc@pku.edu.cn；陈建龙(ORCID:0000-0002-2076-9939)，教授，博士，博士生导师。
收稿日期：2020-12-16 修回日期：2021-02-01 本文起止页码：113-126 本文责任编辑：易飞

对学习过程和学习产出的作用，以期优化、扩展、重新配置搜索系统的特性和功能，实现从信息检索工具到学习空间的转变，服务于人类学习[7]。

2　SAL 概念内涵及本文综述的范围

“搜索即学习”研究中，“搜索”和“学习”是两个关键的概念，在理清二者关系之前，首先需要明确“学习”的内涵。长久以来，心理学领域的研究者对学习理论展开探索，发现学习理论大体上包括行为主义和认知主义两个观点。其中行为主义通过分析刺激 - 反应之间的关系，来描述、理解学习和行为；而认知主义更侧重于关注学习中的心理过程和知识的本质，其中包括为人熟知的信息加工理论、建构主义等。尽管如此，目前大多数心理学家支持，行为主义和认知主义不是相互排斥的，在涉及人类学习的各个方面时，同时从多个观点来进行理解更有助于把握人类思维和学习复杂的本质[8]。在信息行为领域的相关研究中，P. Vakkari定义学习是通过研究、实践、被传授或经历来获得新的知识、修改和巩固现有的知识（技能、行为、价值观）的行为[9]；H. O' Brien 解释学习是以改变、扩充或加强现有知识库为目的的信息获取[10]。J. Gwizdka 和 X. Chen[11]定义学习是发生在人类知识结构上的变化。这些关于学习的定义都强调了学习的目的是知识的变化，承认知识是有组织的，这与学习理论中认知主义的主要特征是一致的。但是在这些学习定义中，对于学习是怎样发生的没有给出明确的阐述，不同的研究者对于学习的过程可能持有多种观点，例如信息加工理论，建构主义等。

在“搜索”和“学习”的关系探讨方面，P. Vakkari[9]从实证研究的自变量和因变量的角度回顾已有文献，将 SAL 相关研究总结为两种类型：从搜索到学习（from searching to learning），以及从学习到搜索（from learning to searching）。“从搜索到学习”的研究关注搜索交互行为对搜索效果或者学习效果的影响；“从学习到搜索”的研究关注学习特征，如学生的知识水平、任务的认知复杂度、对搜索交互行为的影响。S. Y. Rieh 等[2]将“从搜索到学习”以及“从学习到搜索”统一概念化为搜索作为学习的工具（searching as a learning tool）。除此之外，他们指出在 SAL 研究中还应该强调另一种概念，即搜索作为学习的过程（searching as a learning process）。这个概念强调搜索的过程性，在这个过程中人们围绕学习开展各种搜索活动，如思辨地分析信息、整合信息碎片、评估和使用信息等。这种过程视角与搜索作为学习工具的区别在于，过程视角关注的是在搜索过程中发生的学习，而不仅仅是搜索输出（如搜索结果）和学习产出。综合以上学者的讨论，本文将依据“搜索”和“学习”的关系，从两方面对已有文献展开回顾：一是学习作为搜索的产出；二是搜索作为学习的过程。需要说明的是，这两种关系并非对立的关系，而应该是互为补充的。在“搜索即学习”主题的相关研究中，学习是最终的目的，学习过程与搜索过程相互交织。

为了解“搜索即学习”主题下相关研究的研究现状，深化理解搜索与学习之间的关系和作用机制，揭示当前研究所面临的挑战，本文对国内外相关文献展开调研和分析。在外文文献方面，以“learn＊”“search＊”“cogniti＊”“knowledge”作为关键词在 Elsevier ScienceDirect、Emerald、ProQuest、Springer、Taylor&Francis、Web of Science、Wiley Online Library 等数据库及 Google Scholar 学术搜索引擎中进行主题检索。中文文献以“信息搜索”“信息检索”“学习”“认知”“知识”等作为关键词在中国知网、万方数据库中进行检索。并对检索结果中的参考文献进行回溯检索、扩展检索。由于在教育学、心理学领域，对学习、认知等研究问题的探索已经有很长的历史，存在大量的相关文献，为了突出“搜索即学习”近年来在图书情报学领域的发展状况，本文暂将检索结果限定在图书情报学领域，但对于文献回顾过程中涉及到的相关概念和问题，可能会引入教育学、心理学的相关理论进行补充。此外，对于机器学习、深度学习等系统算法方面的文献不在本文研究的范围之内，不加以考虑。依据这个标准最终获得文献 363 篇，作为本综述的来源文献集。

通过对选定文献的内容分析发现，已有文献中对 SAL 的相关探索主要围绕 4 个问题（见图 1）展开：①理解搜索和学习之间的关系；②探索情境因素（如学习任务等）和个人特征（如知识水平等）对搜索过程的影响；③探索搜索中的学习过程和学习产出的评估方法；④如何优化搜索系统功能来支持学习。以下结合这 4 个主要问题具体对已有文献展开回顾。

3　搜索和学习的关系

3.1　SAL 相关的理论及模型

早期的信息检索领域经典理论及模型中，不乏从认知或学习的角度来理解和刻画搜索者的信息需求、搜索情境、搜索交互行为。1980 年，N. Belkin[12]提出信息检索是由用户的知识非常态（ASK：anomalous

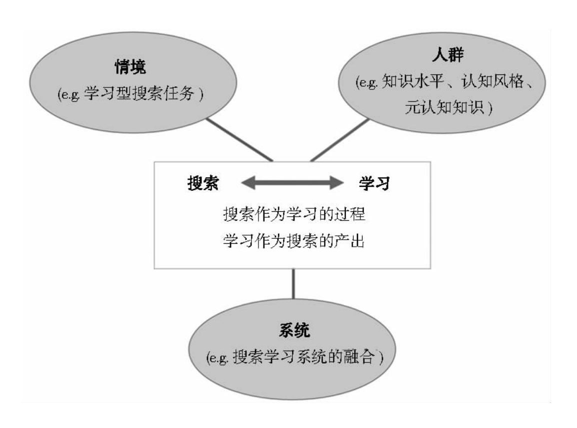


图 1 “搜索即学习”研究框架

state of knowledge)驱动的,即用户之所以有信息需求,是因为感知到头脑中既有的知识不足或难以解决当前的问题或状态。因此,用户需要进行信息检索来改变相应的知识非常状态。1983 年,B. Dervin[13] 从认知心理学的视角理解信息需求,提出了意义构建(sense-making)理论,将信息查询概括为鸿沟－跨越的过程。在这个过程中,信息查询产生于某个人不能理解的情境或背景,当他意识到某种鸿沟存在的时候,就会寻求信息来填补。个体通过查询信息、理解信息,达到自己对信息的预期用途的目标和收益。之后,M. J. Bates[14] 于 1989 年提出浆果采摘(berry-picking)模型,该模型强调信息搜索是一个进化的过程,在该过程中,搜索者的信息需求会随着一系列的搜索交互行为而发生变化。搜索者与信息和信息对象的每次交互,加深了他们对于搜索主题的理解,为搜索提供了新的思路和方向。尽管 M. J. Bates 没有明确指出这个进化过程是一个学习的过程,但对于搜索主题的新的理解,搜索思路和方向的调整,这本身就具备学习的特征。

也有研究者在学术搜索的情境下提出了描述信息搜索过程的模型,其中影响力最为广泛的即为 C. C. Kuhlthau[15] 提出的信息搜索过程模型(information search process,ISP)。该模型关注搜索者在完成课程论文过程中,开始、选择、探索、形成、搜集、结束(initiation, selection, exploration, formulation, collection, presentation)6 个阶段中情感、认知、行为 3 个维度上的变化特征。P. Vakkari 在之后的系列研究中,将 ISP 模型的 6 个阶段精炼为 3 个问题阶段:前聚焦、形成、后聚焦(pre-focus, formulation, post-focus),分析了学生为硕士学位论文选题报告而搜索的不同阶段中,搜索信息类型[16]、搜索策略[17]、相关性判断[18] 等交互特征上存在的差异。

从搜索交互活动的角度出发,G. Marchionini[19] 认为搜索过程由多种搜索活动(search activities)构成,它们大致可以分为 3 个集合:查询(lookup)、学习(learn)和研究(investigate),并在此基础上提出了侧重于学习和研究活动的探索式搜索(exploratory search)。探索式搜索强调搜索者在搜索过程中可能经历一系列与知识获取、理解与诠释、比较、整合、分析等相关的搜索活动,而无法直接从搜索系统中获得答案。探索式搜索重视搜索结果,即学习和研究的成果,视其为评价搜索成功的标准,而不强调具体的学习活动在搜索过程中是如何发生演化的。尽管如此,该理论为将学习的思想渗透到信息搜索过程中做出了重要的贡献。K. Järvelin 等[20] 提出了一个基于学习任务的信息交互模型(task-based information interaction,TBII)。该模型综合考虑学习情境中的行为过程和认知过程,将学习者的信息交互活动分为:任务计划(task planning)、信息搜索(searching information items)、信息选择(selecting information items)、信息处理(working with information items)、综合与报告(synthesizing and reporting)5 个环节。各个交互环节中涉及不同类型的行为和认知活动,需要根据不同的评估标准对该环节的活动产出进行评估。相较于仅关注最终的任务产出结果,TBII 模型对搜索过程和学习过程进行了有限程度上的细化,但尚未完全揭示“搜索即学习”的概念内涵,即搜索过程和学习过程在给定的时间和空间上是共存且相互交织的。

SAL 的研究者关注用户在搜索和学习过程中的知识变化。在教育学和心理学领域,关于知识变化的相关理论影响力最为广泛的是 J. Piaget[21] 的学习建构理论。该学习建构理论认为学习过程是一个基于已有知识和经验的积极建构过程,学习过程可以分为同化(assimilation)和顺应(accommodation)。同化是指当新信息与已有知识结构一致时,将新信息添加进已有知识结构中的行为,顺应是指当新信息与已有知识结构存在冲突时对已有知识结构进行调整的行为。之后,D. Rumelhart 和 D. Norman[22] 将顺应(accommodation)过程进一步细化为调整(tuning)和重构(restructuring)。调整关注对信息的组织、解释或微弱的修改,会造成已有知识结构的微小变动;重构则是彻底改变已有的结构或创建新的结构[23]。基于这个知识改变的三分类,P. Vakkari[24] 考虑复杂的搜索任务的完成过程为搜索者知识结构逐渐稳定化的过程,具体而言,在搜索前期的探索和构造中,搜索者的知识改变更可能表现出重构的特征;到中期信息收集阶段,大致的知识框

架已构建完成,此时搜索者的知识改变可能以调整为主,收集更多的信息以拓展知识范围;到任务后期的汇报和展示时,知识改变更多地表现为同化,如将已有的知识结构实例化。这一理论假设为探索学习过程和搜索行为过程之间的关联关系提供了重要的切入点,有待之后的研究进一步细化和验证。

3.2 学习作为搜索的产出

在“搜索即学习”的相关研究中,结果观视角的研究将学习视为搜索的产出,强调最终的学习成果、产出、绩效或者学习者知识的习得,探索搜索过程中交互行为和学习产出之间的关系。在信息检索领域,对于搜索绩效的评估大致可以分为输出(output)评估和产出(outcome)评估。其中输出评估的对象是系统交付的产品,例如信息项的检全率、检准率等;而产出评估更侧重于系统为用户带来的好处,例如帮助用户更好地实现了搜索目标或者在任务完成的过程中获得了某种能力的提升[20]。SAL 关注搜索系统对学习的支持,因此其绩效评估不应该停留在传统的搜索输出方面,应该更加关注搜索者学习能力的提升。

已有研究发现,搜索活动对于学习者的学习产出或者知识水平的提升有显著的正向作用。J. Gwizdka 团队借鉴心理学领域学习产出的认知、技能和情感理论(cognitive, skill-based, and affective theory of learning outcomes, CSALO)模型[25],从语词知识(verbal knowledge)、知识组织(knowledge organization)和认知策略(cognitive strategies)三方面变化来评估信息搜索中的学习产出。在初步的研究中[11],他们邀请被试在搜索前、后分别罗列出与搜索任务主题相关的语词,通过评价罗列词语的数量和专业程度来表示搜索者的学习产出。在这个阶段性的研究中,他们发现如果被试在搜索过程中输入更多的检索式,则他们在搜索后能够罗列出更多的相关词语。此后[26],他们利用眼动的方法,发现学习产出较低的用户在阅读过程中付出了更多的努力,相较学习产出较高的用户,他们阅读时眼睛更经常反向移动,并且移动的距离更长。K. Collins-Thompson 等[27]在研究搜索行为和学习产出之间的关系时发现,花费更长时间阅读文档的用户,搜索后撰写的任务短文的质量更高。谭金波[28]在分析影响学生网络学习绩效的行为策略时发现,学生浏览搜索结果页面的时间越长,精读网页信息的时间越短,学习绩效往往越低。U. Gadiraju 和 R. Yu 团队在研究中让被试在搜索前、后分别完成与任务相关的一系列是非判断题来测试被试的知识增长情况,结果同样发现,用户在内容页面停留的时长以及构造检索式的复杂程度与他们的知识增长显著正相关[29]。接着他们开展了一项更大规模的研究[30],招募了 468 名被试,截取了他们搜索过程中的大约 70 个交互变量(包括会话、检索式、搜索结果页、浏览和鼠标相关的变量)来预测用户搜索后的知识增长。但结果显示,几乎所有的变量与用户的知识增长都只有微弱的相关。这可能是由于搜索任务的复杂度较低,搜索会话的时间较短,导致很多变量对于模型的贡献不能很好地显现出来。尽管如此,该研究仍强调内容页面的停留时间对知识增长有重要的贡献。C. Liu 和 X. Song 根据用户在搜索后撰写的任务短文中提取的 7 个指标:知识点数、知识面数、知识面广度、知识面深度、知识的相关性、分析程度以及用户观点,来综合评价搜索后的学习产出情况,并分别探索了搜索过程中的信息选择行为,记录行为对学习产出的影响。结果显示用户的信息源偏好显著影响搜索后的知识面广度、知识面深度以及知识的相关性[31]。信息的记录对于学习产出有显著的作用,搜索过程中越早开始记录信息,学习产出的效果越好[32]。

根据已有研究不难发现,从结果观的视角探索搜索和学习之间的关系的重要前提,即为如何定义和评估学习效果或产出。不同的研究情境,对于学习产出有不同的理解和描述方式,自然也需要不同的评估方法,这是结果观视角研究的重难点,本文将在后面的小节中具体展开回顾。此外,探索搜索交互行为和学习产出之间的联系,有助于发现潜在的行为指标来预测学习的效果。目前的研究更多地关注在检索式构造和阅读相关的行为(例如在内容页面的停留时间、次数、阅读的策略等)对学习产出的贡献,因为阅读是学习者接收信息的直接渠道。然而,以学习为目的的搜索过程有可能很复杂,除了搜索和阅读活动,用户如何处理信息、使用信息在未来的研究中也期待被关注。

3.3 搜索作为学习的过程

SAL 过程观强调将搜索视为一个学习过程进行研究,相较于结果观对于学习产出的关注,过程观更侧重于刻画搜索过程和学习过程的相互作用,探索搜索过程中,学习是何时以及如何发生的,行为指标是否能够暗示学习的发生。在过程视角的研究中,学习仍然是搜索的最终目的,但研究者希望通过对搜索过程中各类活动的具体监测和分析,深入理解学习在不同活动或不同阶段中的作用机制,以局部优化带动整体优化。

由于学习过程的刻画和描述是很复杂的,大多数的研究者倾向于通过行为活动过程来隐性地表示学习

过程，前提是论证所研究的行为指标与学习概念之间存在的关联关系。如 Y. Chi 等[33]将点击复杂度和检索式复杂度视为搜索过程中用户知识水平的隐性表示，结果发现随着搜索过程的推进，用户的点击复杂度和检索式复杂度都有上升的趋势。特别是在搜索会话的第一个 1/6 时间内，检索式的复杂度显著低于后面的时间段。N. Roy 等[34]发现随着搜索进程的推进，用户在内容页面的平均停留时间逐渐降低。搜索前已有知识水平较高的用户在搜索前期输入更多的检索式，花更多的时间阅读内容文档；而知识水平较低的用户则花费更多的时间在搜索结果页面上。

除了搜索行为，用户的书写或记录行为也被视为学习发生的另一种体现。M. Potthast 和 M. Hagen 等[35－36]探索了文章撰写者如何利用 Clueweb09 搜索以完成文章写作的过程，并根据撰写者每次编辑后已完成的文本的长度，识别出两类不同的文本记录策略：积累型（build up）和精炼型（boil down）。其中采用积累型策略的撰写者在整个写作过程中不断增加文章的长度，而采用精炼型策略的撰写者在写作前期先大量积累素材，记录的文本长度呈现快速增长，接着才对文本进行重新组织，缩短文章的长度。他们还比较了写作过程不同阶段中文章撰写者搜索行为上的差异，发现用户在早期阶段构造了更多的检索式，并有更多的点击活动发生，而用户的记录活动更主要地集中在后期时间阶段。刘畅等[37]将搜索过程中在记事本上的信息记录行为作为用户的学习行为，根据不同阶段用户记录完成度的推进情况，得到了 3 类记录策略：早期记录型、平均记录型、后期记录型，并且发现平均记录策略作为记录行为随搜索过程逐步推进的一般模式，学习产出的质量也相对更好。

一些研究直接从知识结构的角度描述和刻画搜索者的学习过程。如 P. Zhang 和 D. Soergel[38]分析信息查询与意义建构的过程，通过出声思维法将用户知识改变过程显性化，概括了 9 类查询－意义建构迭代模式：任务分析或缺失知识的识别－搜索－知识结构建构－示例补充；搜索－知识结构建构；搜索－示例补充；搜索－知识建构－示例补充；搜索－示例－知识结构建构；知识结构建构与示例补充同时开展；单一搜索；知识结构建构－示例补充；撰写任务成果的同时进行意义建构。在 C. Liu 等的系列研究中，通过被试在搜索过程中绘制思维导图的方法，较完整地外显化搜索者的知识变化过程。在探索搜索者知识改变风格的研究中[39]，他们将用户在搜索过程中对思维导图的修改，编码为知识的改变类型（增加或优化）和知识结构改变（知识面变化或知识点变化），并根据改变发生在搜索过程中的具体时间阶段，概括出学习情境下的 4 种知识改变风格：早期知识改变风格、中期知识改变风格、后期知识改变风格以及平均知识改变风格。该研究是对搜索过程中学习何时发生这一问题的初步探索。在建模搜索者知识改变过程及策略的研究中[40]，他们更细化地从知识点和知识间的关系的角度编码，根据知识结构的改变特征和改变位置，识别出了 25 类知识改变行为。依据搜索全过程的视角，采用滑动时间窗口聚类进一步揭示用户搜索过程中的知识改变策略。此外，在另一项知识利用特征的研究中，他们从词汇分析中发现，搜索过程中，搜索者很少完全颠覆思维导图的知识结构，他们更经常在已有的知识结构上添加更多细节的信息，而这些新增的信息中，超过三分之一的词汇都是直接从他们阅读的内容页面中复制的。这些研究都在一定程度上揭示了搜索过程中学习是如何发生的这一重要的问题[41]。

综上可知，在当前 SAL 过程观的探索中，研究者关注搜索过程中的各类活动，例如信息搜索（如检索式复杂度）、信息选择（如内容页面的停留时间）、信息使用（如记录行为）等，也逐渐开始关注学习过程中的知识改变特征。未来的研究中，研究者需要强化搜索过程和学习过程在 SAL 研究中的共存性，进一步探索各类搜索行为和知识改变特征之间的关联关系，例如搜索过程中的哪些行为特征可以作为用户知识结构改变的隐性或显性指标？从而为系统通过行为监测来支持用户学习提供参考依据。

4 搜索学习过程的影响因素

在信息行为研究中情境（context）是影响人们行为的因素，它从广义上讲包含时间、空间、任务、自然和社会环境以及个人特征等多种因素[42]。时间情境指的是在不同时间产生的信息行为；空间情境指在不同的地点产生的信息行为；任务情境主要是指用户为了完成某个目标或任务而进行的信息查询和使用行为；自然和社会环境主要是其他外在的可能影响用户信息行为的因素，如所处的环境是在安静的空间进行独立的搜索，还是在多人环境下进行的协同搜索等；个人特征因素是跟搜索主体即用户本身的特征相关的要素。本文分两小节来综述影响因素，分别是个人特征和其他情境因素。

4.1 个人特征的影响

在 SAL 相关研究中，很多研究是从用户的个人学

习特征角度,比如用户的知识水平、搜索能力、认知风格等,探索这些学习者的特征对用户搜索行为、策略以及学习效果的影响。如 T. Willoughby 等[43]研究用户领域知识水平以及是否使用网络作为获取信息来源两个因素对用户在论文写作活动中表现的影响。研究发现,利用互联网搜索信息的用户组比不使用互联网的用户组在论文写作上表现得更好;但是,这种差异仅在领域知识水平高的用户中表现显著,对于领域知识水平相对较低的用户群,是否利用互联网获取信息在最终的论文表现上没有显著差异。M. J. Wilson 和 M. L. Wilson[44]发现领域知识水平较高的用户在搜索后完成的任务相关摘要中能够覆盖更多的知识主题。U. Gadiraju 等[29]发现搜索前话题熟悉度越低的用户,搜索过程中倾向于付出更多的搜索努力,搜索后获得的知识的增量越高。袁红和李秋[45]发现用户的搜索能力越强,探索式搜索过程就越深入和高效,具体表现在以下方面:构造的检索词更丰富、深入和准确,检索词间的相关性更强;搜索动作更频繁,更多地点击内容页面,且频繁地在标签页面切换;页面的平均停留时间更短。

在认知风格方面,K. Kinley 和 D. Tjondronegoro[46]发现整体型认知风格的用户在搜索过程中倾向于采用自顶向下的搜索策略,先围绕搜索主题进行宽泛的搜索,了解该主题的大体情况,再逐渐转向具体的信息;而分析型认知风格的用户则偏好自底向上的搜索策略,不断积累具体的信息,最后进行归纳整合。刘涵蕊和刘畅[47]发现,认知风格主要影响用户在学习型搜索任务下的搜索行为,而话题熟悉程度主要影响用户的阅读行为和记录行为。张路路和黄崑[48]根据 G. W. Allport 等[49]提出的场独立和场依存的认知风格类型,探索其对数字图书馆用户的信息检索行为的影响,结果发现两类认知风格类型的用户在基本检索特征方面(检索点的选择、检索功能的选择)以及单次检索会话方面(检索时长、检索式数量和检索式重构的模式)都表现出显著的差异。

以上研究从搜索者的知识水平、认知风格等角度对搜索交互过程进行探索,在 SAL 的相关研究中已经发展得较为成熟。“搜索即学习”研究的最终期望是优化当前的搜索系统,使之成为支持人类长期学习的学习空间。近来,研究者开始关注从学习者的元认知特征入手,理解学习者从计划到监控到评估的自我调节学习过程,揭示该过程中的学习、评判性思考以及创造的作用机制,为优化学习支持系统提供切实有效的依据[4]。元认知(metacognition)这一概念于 1976 年由发展心理学家 J. H. Flavell 提出,将其定义为“反映或调节认知活动的任一方面的知识或者认知活动”[50]。在心理学、教育学领域,关于元认知活动如何促进学习者学习能力的提升方面已经取得了很多的成果。在信息检索领域,目前少量的研究发现,搜索者的元认知特征直接影响着他们搜索过程中的行为和策略。如 G. Z. Liu 和 S. S. Chong[51]采用案例研究的方法,分析了 5 名被试在完成期末作业过程中的元认知以及概念漂移的特征。研究发现为了防止搜索主题的概念漂移,用户可能会采取两种不同的元认知策略:一种是不断在内心提醒自己最初的搜索主题;另一种是保持做相同、重复的搜索。L. Bowler[52]采用长期观察法研究大学生学期论文写作任务中信息查询过程的元认知知识。学生们的元认知通过出声思维方式记录,并采用扎根理论的方法识别出学习型搜索过程中学习者需要调动的 13 类元认知知识,分别是:平衡、建立基础、改变线路、沟通、连接、知道自己不知道的信息、知道自己的优缺点、平行思考、反思、搭建“脚手架”、理解好奇心、理解记忆、理解时间和努力。可以预见,深入分析学习的本质,监测其动态过程,而不限于提供粗粒度的学习能力、水平的评判,将成为未来 SAL 研究主题的主流发展方向。

4.2 其他情境要素影响

除个人特征外的其他情境要素较多,目前 SAL 的研究最集中关注搜索任务情境相关的要素,用来定义和分类用户在以学习为目的的搜索中有哪些不同的学习目标,以及这些学习目标对搜索学习过程的影响。在信息搜索领域,搜索任务指的是包含任务描述以及在完成任务的过程中执行的一系列动作[53-54],通常对于搜索过程和搜索行为的观察分析是通过正在执行的某个搜索任务来实现的。刘畅等提出了“学习型搜索(learning-related search)”的概念[37,55-56],将 SAL 研究中的结果观和过程观统一融入学习的搜索情境中。学习型搜索是一种强调学习的搜索情境,通过设计学习型搜索任务来构建这一情境。学习型搜索任务是指用户在学习情境中,以学习为目的,利用搜索系统对信息进行收集、分析、评估和使用等,最终完成该学习任务而进行的搜索任务。对于学习型搜索任务的设计以及该任务情境下交互活动的分析,相对隐性的学习过程被最大程度地显性化,有助于深入理解搜索过程和学习过程和二者间的作用关系。

已有实证研究中的 SAL 搜索任务主要包括两类:

一类是在真实的学习任务中加入搜索任务，例如让学校学生在完成作业过程中进行搜索，或为习得某一技能进行搜索等。如 C. C. Kuhlthau[15] 提出的信息搜索过程模型(ISP)和 P. Vakkari 的三个问题阶段[16－18] 都是针对学生需要一段时间完成学习任务时的信息行为特征对搜寻行为的阶段划分。在真实的学习任务中，经常要考虑到时间情境在信息搜寻和信息搜索过程中的作用，但是目前这类的研究仍不充分。在未来的研究中应尽可能在考虑真实的学习情境和时间情境的基础上对搜索学习过程展开调研。

另一类是依据学习不同维度的特征来设计搜索任务。这其中最有影响力之一的理论依据是教育学领域的 L. W. Anderson 和 D. R. Krathwohl[57] 在 B. Bloom 的教育目标分类法的基础上提出的认知学习分类法(taxonomy of cognitive learning)，将认知的复杂程度从低到高依次分为六个层次：记忆、理解、应用、分析、评估和创造。B. J. Jansen 等[58]、W. C. Wu 等[59]、D. Kelly 等[60]、S. Ghosh 等[61]、韩正彪等[62] 的研究都是依据该分类法来设计 SAL 搜索任务。这些研究发现任务的认知复杂度影响用户的信息搜索行为，也影响搜索后的学习产出。随着任务认知复杂度的增加，用户花费的搜索时间更长，会构造更多的检索式，检索式的长度更长，点击更多的搜索结果页，访问更多的 URL 等；但学习的产出效果更差，用户对于自我知识水平评估的自信程度也更低。

S. Y. Rieh 等[2] 依据将搜索作为学习过程的视角，借鉴教育学领域的认知学习模式(cognitive learning mode)，将学习过程分为 3 种类型：接受性学习(receptive learning)、评价性学习(critical learning)、创造性学习(creative learning)。其中接受性学习指的是学生对所学习的知识的记忆、理解和表达，对应 B. Bloom 分类中的记忆和理解层面，是一种相对浅层的学习。评价性学习指的是通过对不同来源的知识进行反思、批判和评估，从而形成学生自身的思考的过程，对应 B. Bloom 分类中的应用、分析和评估层面，是一种比接受性学习更为深层的学习过程。创造性学习对应 B. Bloom 分类中的创造层面，是一种要求最高的学习模式，需要学生对所学习的知识生成新的想法或构建出新的结构。二者的区别在于 L. W. Anderson 和 D. R. Krathwohl[57] 的认知学习分类法侧重于对学习目标和学习结果的评估，而认知学习模式则更适用于对认知过程和学习策略的探索。在认知学习模式分类的基础上，S. Y. Rieh 等[2] 提出了一个综合性搜索(comprehensive search)的新概念。综合性搜索强调用户在搜索中迭代、反思和整合信息的过程，主要关注评价性学习和创造性学习层面。这个综合性搜索的概念和 G. Marchionini[19] 于 2006 年提出的探索式搜索有一定的相似之处，但探索式搜索的研究焦点在搜索的结果，是将“学习作为搜索的产出”的体现；而综合性搜索强调将搜索作为一种学习过程来理解。此外，S. Y. Rieh 等[2] 也指出，探索式搜索主要关注接受性学习和评价性学习层面，对于创造性学习层面很少涉及。

除搜索任务或学习任务的类型之外，也有学者从搜索时需要查找的信息或知识的类型进行分类，如 K. Urgo 等[63] 在最近的研究中进一步完善了依据认知学习分类法来设计搜索任务的框架。在认知学习分类法中除了认知复杂度的维度，还涉及了一个知识维度，包括事实性知识、概念性知识、程序性知识和元认知知识。他们主张结合考虑认知复杂度维度和知识维度来设计搜索任务。

除了上述情境因素，用户协同搜索过程中的搜索学习过程，所使用的设备类型(如台式机、笔记本、平板电脑、智能手机等)和搜索系统的各种功能及信息的展示方式等都会对搜索学习过程产生影响。但是目前对这些情境变量的研究都很有限，需要在未来研究中进一步验证。

5　搜索中学习的评估

5.1　学习产出的测量

正如 3.2 所述，SAL 研究中的学习评估不仅关注搜索输出(search output)，更重要的是以用户搜索后的学习产出(learning outcome)为评估对象，分析搜索给用户带来的知识特征的改变，以及这些变化能否帮助用户完成学习型搜索任务的目标。

已有研究中对于学习产出的评估方法展开了诸多实践，根据其评估的对象和方法，大致可分为以下几种类型：

(1)利用量表或问卷，让学习者在搜索后进行自我评价[61,64]。如袁红和施晓玲[65] 从学习时间有效、习得知识、分析综合、知识创新、搜索能力增加 5 个维度设计量表，让用户在搜索结束后对学习效果展开自我评估。这种评估方式相对主观，在很大程度上依靠量表或问卷的有效性以及自我评估的准确性。且研究发现用户对于自身知识水平的评估未必准确，存在用户高估或低估个人水平的情况[66]，这与用户是否具有良好的自我认知、自我判断的元认知知识有关[28]。

（2）一些研究者通过测试的方式，让用户回答与搜索任务相关的问题，这类问题往往具有明确且唯一的答案，测试的得分即代表用户当前的知识水平。如 W. R. Hersh 等[67]让医学院的学生在搜索前后分别对一些医学相关且答案明确的问题进行回答，并对他们回答的正误进行打分。通过学生前后得分的差异，说明搜索对于学生知识提升的作用。L. Nelson 等[68]、U. Gadiraju 等[29]都选择让被试在搜索前、后分别完成与任务相关的若干是非判断题来测评被试的学习产出。

（3）更多的研究通过用户搜索后完成的任务短文或文字报告的质量来对学习产出进行评估。如 Y. Kammer 等[69]根据用户撰写的短文中的论据的数量、罗列的相关组织或个人的数量以及提供的有价值的关键词，来评估用户的学习产出。T. Willoughby 等[43]通过计算任务短文中可接受且正确的陈述或短语的数量，对学生完成的短文进行评分。M. J. Wilson 和 M. L. Wilson[44]提出了一套学习深度测量（depth of learning）的评估方法，对用户搜索前、后所写的任务短文的有用性、分析性、评价性 3 方面进行人工评判，以分析搜索是否为用户带来了知识增长。宋筱璇和刘畅[56]认为对于任务短文的评估不应局限于对事实或陈述数量的计算，应该综合多方面整体评估，并提出了一套覆盖知识数量和质量的综合评估方法，从任务短文所体现的知识点数、知识面数、知识面广度、知识面深度、知识的相关性、分析程度及用户观点 7 个方面，来评估搜索后的学习产出情况。

最近，研究者愈发关注搜索与用户知识结构间的关系。夏立新等[70]、张云秋等[71]都通过可视化知识结构的方式，收集被试在搜索前、后绘制的概念图，通过比较图中知识结构的差异来评估搜索的学习产出。刘萍等[72]从语言符号学中“语法”“语义”和“语用”三个层次分别对用户搜索后概念图的概念节点（丰富性、专业性、有效性）和概念关系（联系性、层次性、探索性）进行量化评估，并结合专家的实际打分验证了该量化体系的有效性。C. Liu 等[39-40]不仅关注搜索前、后被试思维导图的结构变化，还详细地编码了搜索过程中思维导图的每一步修改，在更细的粒度上呈现了被试的学习过程和策略。J. Gwizdka 和 X. Chen[11]认为学习产出的评估即为对学习者知识结构变化的评估，但根据研究的特征不同，评估内容的重点也应有所不同：在从搜索到学习的相关研究中（searching to learn），应关注搜索后学习者的陈述性知识（declarative knowledge）的变化情况；但在从学习到搜索的相关研究中（learning to search），应该更关注评估学习者的程序性知识（procedural knowledge）和认知策略（cognitive strategies）。

总体而言，学习产出的评估方法没有对错之分，已有的评估方式都涉及了学习的某一或某些侧面的特征。但学习型搜索不是只有那些需要撰写论文的搜索情境或任务。当搜索任务特征发生变化时，学习的目标也随之改变，学习产出的评估方法自然也需要调整。体验学习专家 D. A. Kolb 总结了 4 种类型的学习情境：情感复合型、感知复合型、形象复合型、行为复合型，并指出对于学习产出的评估应因情境而有所不同[73]。例如在感知型的学习中，学习者被要求从不同角度，以不同方式看待问题，强调怎样完成、完成的过程，而不仅仅是结果。这样的学习产出是没有固定的标准答案的，如果此时采用测试的方式评估其学习产出就是不合理的。然而在形象复合型的学习情境中，学习的成功与否将以正确或最佳解决方案、专家意见或者在该问题领域内普遍接受的严格标准来判断。因此学习产出的有效评估方法，首先要考量学习情境和搜索任务，保证学习目标与评估的一致性。

5.2 基于过程的学习的隐性测量

在基于过程的视角中，研究者希望探索搜索过程中学习是何时以及如何发生的，有哪些行为活动或模式可以隐性地表示或监测到学习的发生。挖掘搜索过程中学习的隐性指标，助益于搜索系统从搜索行为特征中理解和监测学习者的学习过程，从而提供及时有效的系统支持。

已有研究发现检索式构造和重构的模式，检索式的长度，检索词的多样性，阅读、收藏、下载的文档数量，评估文档所花费的时间等交互变量，因其与学习特征、认知特征的发展演化存在一定的关联，这些交互变量的变化模式在一定的条件下可以视为搜索过程中学习发生的隐性指标[33,74-75]。如 Y. Chi 等[33]发现随着搜索过程的推进，用户的点击复杂度和检索式复杂度呈现上升的趋势，这在一定程度上意味着搜索者的知识增长。并且该研究发现在搜索会话的第一个 1/6 时间内，检索式的复杂度显著低于后面的时间段，这一结果可能暗示着学习很有可能发生在第一个 1/6 时间段之后。袁红和施晓玲[65]将用户的搜索总时间三等分，将这 3 个阶段分别命名为基础知识学习、主题内容深入学习、基于兴趣的专项学习。该研究发现在基础知识学习阶段，用户倾向多次、重复访问网页；随着内容学习的深入，用户表现为更长时间地浏览网页且点击

深度链接;在基于兴趣的专项学习阶段,用户表现为更加细致地浏览搜索结果页面。然而该研究中对于学习过程的阶段划分需要更加严谨的论证,来佐证这些行为指标作为学习发生,或学习阶段转变的代表性。此外,在一些预测研究中,R. W. White 等[76]发现通过搜索交互过程中用户的检索词(检索词长度、检索词词汇覆盖情况)、检索会话特征(浏览内容页数目、检索式数目、检索时间、重看页面数)、来源选择(内容页类型、URL 特征)等指标,能够很好地预测当前用户的知识水平。X. Zhang 等[77]发现搜索过程中保存的文档数量、构造的检索式的平均长度以及阅读的文档在搜索结果页的平均位置三个变量对预测用户的领域知识效果最佳。P. Vakkari[9]认为学习即是知识结构发生了改变。他根据子任务的不同,将搜索过程细化为不同的阶段,包括搜索构造阶段、信息源选择阶段、信息源使用阶段,从理论上提出了各阶段内揭示知识结构重组发生的隐性行为指标特征,如表 1 所示。这一研究为搜索过程与学习过程的特征建立起了联系,有助于启发之后的研究从行为的角度对学习活动展开监测和帮助。

表 1　各搜索阶段内知识结构重组的标准

搜索阶段	学习(知识结构重组)发生的隐性指标
搜索构造阶段	检索词的增加和具体化 相关联检索词的增加 同义词的增加 检索式重构的减少 策略调整的减少 搜索构造阶段花费时间减少
信息源选择阶段	相关性标准的清晰度增加(区分信息源是否相关的能力增加) 搜索结果页中查看的文档数量减少 整体选择的信息源数量减少 可能相关的信息源比重减少,整体相关性得分增加 选择过程中,背景信息和理论信息的比例减少 选择过程中,具体信息和事实型信息的比例增加 选择过程中,程序信息的比例在搜索过程中呈倒 U 型 评估信息源花费的平均时间减少
信息源使用阶段	被使用的信息源比例增加 知识结构中概念及其间关系的数量增加和具体化 使用过程中,背景信息和理论信息的比例减少 使用过程中,具体信息和事实型信息的比例增加 使用过程中,程序信息的比例在搜索过程中呈倒 U 型

6　搜索学习系统的优化

传统的搜索系统被设计和完善为通过检索相关信息来满足特定信息需求的工具。而在 SAL 的研究主题下,研究人员希望重新思考、建模和设计当前的交互式搜索系统。在未来,这些系统不是单纯的搜索系统,而是作为能够支持学习者信息搜索、信息浏览、信息理解、信息分析、信息创造等功能的学习系统[78]。

当前,研究者开始尝试从界面级别上提供信息搜索、信息展示等方面的支持,以帮助搜索者完成学习相关的任务。如 C. P. Teixeira 等[79]提出了一种"对学习者友好的"搜索结果页面(SERP)的排序标准,具体表现为建立在相关性的基础上,将搜索结果按照概念内容(conceptual content)、程序内容(procedural content)、深入内容(deepened content)、相关内容(related content)的顺序呈现。从概念内容开始,以确保学习者刚开始与信息源的交互不会访问过于复杂的内容,对基本概念及其关系有一个初步的理解;接着提供程序内容,例如指南和分步资料等关于如何应用概念的相关内容,以便学习者理解概念与应用之间的关系;深入内容指的是从搜索内容中获取特定信息的结果,例如能够帮助学习者精炼检索式构造的那部分内容;最后是相关内容,即当前搜索主题的相关信息。G. Fulantelli 等[80]在 SAL 的启发下,开发了一个搜索工具 SaR-Web (Search as Research-Web)来支持用户科学研究的搜索过程。SaR-Web 能够集成来自不同文化背景,不同语言,不同搜索引擎的搜索结果,并通过可视化的方法展示这些不同来源的结果,以此支持学习者对搜索结果的对比和分析。H. C. Huurdeman 等[81]基于 Vakkari 学习任务的 3 个问题阶段:前聚焦、形成、后聚焦,设计了两个 3 阶段的搜索任务,研究搜索用户界面功能在不同阶段的效用。该研究发现信息功能(如搜索结果)在所有 3 个阶段中都扮演着重要的角色,而输入功能(如搜索框)和控制功能(如分类过滤器、标签云、检索式推荐)的有用性在前聚焦阶段后呈下降趋势。取而代之的是,在前聚焦阶段之后,用户更喜欢使用个性化的功能(如最近搜索、收藏结果)。这与 X. Niu 和 D. Kelly[82]之前的研究结果略有不同。在他们的研究中,用户在搜索的前期和中期更倾向于自己构造检索式进行搜索,而在搜索会话的后期,才更多地使用检索式推荐功能。这种不同很可能与用户的搜索专业知识以及搜索任务的特征有关。H. C. Huurdeman[83]在进一步的研究中提出了一个支持复杂任务的"阶段感知"用户搜索界面框架。在这个框架中,系统对于用户搜索活动的支持分为低、中、高 3 个层次。低层支持主要支持用户在搜索中的各个动作(moves),提供输入和控制功能,如检索式推荐、分类和过滤、结果排序、标签云等;而高层支持主要关注用户搜索中的策略制定(strategies),提供个性化功能,如结果收藏、注释、检索历史、

拓展工具等;中间层次的支持设计相应的信息功能,如提供搜索结果、缩略图、可视化等。C. L. Smith 和 S. Y. Rieh[4] 主张为搜索系统创造一个知识情境(knowledge-context),以支持学习者的长期记忆、创造力发展和学习过程中的思辨。知识情境被定义为搜索者可访问和使用的,在搜索结果页面中展示的各类元信息,包括书目情境和推测情境两类(bibliographic and inferential knowledge-context)。书目情境例如作者、出版机构、时间等;推测情境例如引用次数、相似文档、作者的其他作品等。

除了关注学习情境中的系统设计与优化,一些研究者还关注系统为特定的人群服务。如 K. Collins-Thompson 等[84] 认为当前的搜索系统在提供搜索结果时没有考虑到文档的阅读难度和用户的阅读能力,这不利于阅读能力较低的人群,如儿童的学习目标的实现。I. M. Azpiazu 等[85] 关注 5 - 15 岁的儿童识字率和阅读理解能力不足的问题,开发了一个面向儿童的在线搜索工具 YouUnderstood. Me(YUM)。YUM 能够通过儿童提交的检索式识别他们的搜索意图,提供相关检索式推荐,通过显性相关反馈推断儿童的阅读水平,从而按照文档的可读性过滤相关信息,以增强儿童的搜索体验,促进儿童的学习。M. L. Wilson 等[86] 以领域新手搜索技术相关的问题为例,如编写程序代码中遇到的问题,提出从 3 个角度优化当前的 Google 搜索引擎,以支持搜索者的技术学习过程,分别是支持细节说明;支持多轮对话;支持专业术语和定义的进一步了解。其中细节说明指的是搜索系统应提供额外的功能或指导,帮助搜索者细化和规范化搜索情境的描述;多轮对话有助于搜索者不断明确搜索内容和目标;专业术语和定义的进一步了解则帮助搜索者专业化提问以及理解和分析搜索系统返回的结果。

已有研究对于搜索系统的设计和优化仍主要关注对信息的获取过程(如检索式构造)和信息的选择过程(如 SERP 的排序、结果的可视化)的支持。对于学习层面的支持,如信息质量的评估,信息的对比、分析、综合、创造等还有待进一步思考。A. Meyer 等[78] 提出了一个创造性虚拟学术空间的设想,称之为第三空间。这个第三空间是学校学习与学生已有知识和认知方式之间的交汇区,是一个动态的学习空间。可以预见,未来搜索系统的优化目标就是成为这个第三空间中的核心。因此,研究者对于系统的设计和优化,应该更多地结合学习者的信息素养、认知特征以及真实的教育教学环节中的相关理论和规律展开。

7 结语

"搜索即学习"主题关注的核心问题在于,在当前的知识密集时代,如何让信息更好地服务于人类的终生学习和发展。因此,信息搜索系统不能止步于作为获取信息的工具,应该以其对学习的支持为核心,重新配置、优化当前的搜索系统,使之成为符合学习和信息行为规律的,能够支持学习者知识发现、知识思辨和知识创造的学习系统。本文通过梳理"搜索即学习"主题下的相关文献,围绕当前研究中的 4 个主要问题展开综述:

(1)深入理解搜索和学习之间的关系。根据研究的侧重点不同,已有的研究大致可分为结果观和过程观两类。结果观将学习作为搜索的产出;过程观将搜索作为学习的过程展开研究。结果观和过程观不是对立的,而应该互为补充,从而完整地展示搜索过程和学习过程间的关系及其作用的效果。已有的文献对于搜索过程中交互行为如何影响搜索后的学习产出这一问题有着较丰富的探索,但对于将搜索视为学习过程的研究还比较有限。搜索行为模式的演化和学习者知识结构变化之间的关系,有待研究者从更细的粒度上分析探索。

(2)探索情境因素和个人特征对搜索过程的影响。已有研究已经发现任务特征显著影响搜索中的交互行为。本文回顾了 SAL 主题下探索式搜索任务和综合性搜索任务的设计出发点、特征及其联系。考虑到学习活动的内隐性和复杂性,研究者提出了学习型搜索的概念,将学习过程和搜索过程的相关特征放在学习的情境中考量。在未来的研究中,需要进一步理解和细化学习情境的特征,探索学习型搜索任务对搜索过程和学习过程的影响作用。在个人特征方面,对搜索者的知识水平、认知风格、搜索技能等如何影响搜索中的交互行为已经有很多的探索。SAL 主题希望更深入地理解搜索者的学习过程,如对信息的分析、对比、理解、综合、创造等,这些学习模式和策略与学习者的元认知知识和监控有着重要的联系,需要在之后的研究中进一步关注。

(3)探索学习过程和学习产出的评估方法。已有研究尝试依靠问卷、量表、测试、任务短文、概念图等多种方式从定性、定量等多角度评估搜索的学习产出,然而对于这些评估方式的适用性和科学性却缺乏论证。在学习产出评估方法的设计上,应分析理解当前的学习任务情境与学习目标,设计与任务情境相匹配的评

估标准,因此如何特征化学习型搜索的任务情境,设计与情境特征相一致的评估标准,是 SAL 未来研究中需要关注的重要问题。除了学习产出的评估,为了理解学习是何时以及如何发生的,少量研究围绕搜索过程中的学习的隐性行为指标展开探索。对行为变化特征的研究有利于搜索系统实时监控用户的搜索过程,以理解当前时间点上用户的学习状态,从而提供相应的学习支持。之后的研究中需要更多地关注过程中的搜索交互行为和学习之间的关系,从交互行为的角度评估学习的发生和演化。

(4)如何优化搜索系统功能来支持学习。已有研究围绕优化界面相关的功能以支持信息获取、信息选择等环节开展了不少的尝试。未来的搜索系统被期望能够支持学习过程的各个环节,因此在信息获取和选择之外,信息的理解与分析、比较与综合、信息的创造等都需要系统相应的功能提供辅助。此外,系统的优化还应结合各类情境特征和人群特征展开,如根据相关行为反馈感知学习者当前的知识水平或元认知水平,从而精准提供学习支持。

参考文献:

[1] BATES M J. The invisible substrate of information science[J]. Journal of the American Society for Information Science, 1999, 50(12), 1043 – 1050.

[2] RIEH S Y, COLLINS-THOMPSON K, HANSEN P, et al. Towards searching as a learning process: a review of current perspectives and future directions[J]. Journal of information science, 2016, 42(1): 19 – 34.

[3] FISHER M, GODDU M K, KEIL F C. Searching for explanations: how the Internet inflates estimates of internal knowledge[J]. Journal of experimental psychology: general, 2015, 144(3): 674 – 687.

[4] SMITH C L, RIEH S Y. Knowledge-context in search systems: toward information-literate actions [C]//Proceedings of the 2019 conference on human information interaction and retrieval. New York: ACM, 2019: 55 – 62.

[5] RIEH S Y, GWIZDKA J, FREUND L, et al. Searching as learning: novel measures for information interaction research[J]. Proceedings of the Association for Information Science and Technology, 2014, 51(1):1 – 4.

[6] SAWYER R K. The Cambridge handbook of the learning sciences [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

[7] HANSEN P, RIEH S Y. Recent advances on searching as learning: an introduction to the special issue[J]. Journal of information science, 2016, 42(1): 3 – 6.

[8] 奥姆罗德. 学习心理学[M]. 汪玲,李燕平,廖凤林,等译. 北京:中国人民大学出版社. 2015.

[9] VAKKARI P. Searching as learning: a systematization based on literature[J]. Journal of information science, 2016, 42(1): 7 – 18.

[10] O'BRIEN H L. Report from dagstuhl seminar (Vol. 17092): SAL - a information retrieval (IR) /interactive information retrieval (IIR) perspective [EB/OL]. [2020 – 09 – 10]. https://drops.dagstuhl.de/opus/volltexte/2017/7357/pdf/dagrep_v007_i002_p135_s17092.pdf.

[11] GWIZDKA J, CHEN X. Towards observable indicators of learning on search[C]//Proceedings of SIGIR 2016 workshop: searching as learning (SAL). Italy: CEUR-WS,2016.

[12] BELKIN N. Anomalous states of knowledge as a basis for information retrieval [J]. Canadian journal of information and library science, 1980, 5(1): 133 – 143.

[13] DERVIN B. An overview of sense-making research: concepts, methods and results to date [C] //Proceedings of international Communications Association annual meeting. Dallas, Texas, 1983: 1 – 75.

[14] BATES M J. The design of browsing and berrypicking techniques for the online search interface[J]. Online review, 1989, 13(5): 407 – 424.

[15] KUHLTHAU C C. Inside the search process: information seeking from the user's perspective[J]. Journal of the American Society for Information Science, 1991, 42(5): 361 – 371.

[16] VAKKARI P, PENNANEN M. Sources, relevance and contributory information of documents in writing a research proposal: a longitudinal case study[J]. The new review of information behaviour research, 2001, 2(11): 217 – 232.

[17] VAKKARI P. Cognition and changes of search terms and tactics during task performance: a longitudinal case study[M]. Paris: Le centre de hautes etudes internationales d'informatique documentaire, 2000: 894 – 907.

[18] VAKKARI P, HAKALA N. Changes in relevance criteria and problem stages in task performance[J]. Journal of documentation, 2000, 56(5): 540 – 562.

[19] MARCHIONINI G. Exploratory search: from finding to understanding[J]. Communications of the ACM, 2006, 49(4):41 – 46.

[20] JÄRVELIN K, VAKKARI P, ARVOLA P, et al. Task-based information interaction evaluation: the viewpoint of program theory [J]. ACM transactions on information systems, 2015, 33(1): 1 – 30.

[21] PIAGET J, COOK M. The origins of intelligence in children[M]. New York: International Universities Press, 1952.

[22] RUMELHART D, NORMAN D. Accretion, tuning, and restructuring: modes of learning [J]. Semantic factors in cognition, 1976: 37 – 53.

[23] ZHANG P, SOERGEL D. Towards a comprehensive model of the cognitive process and mechanisms of individual sensemaking[J]. Journal of the Association for Information Science and Technology, 2014, 65(9): 1733 – 1756.

[24] VAKKARI P. Information search processes in complex tasks[C]//Proceedings of the 2018 conference on human information interaction & retrieval. New York: ACM, 2018: 1-11.

[25] KRAIGER K, FORD J K, SALAS E. Application of cognitive, skill-based, and affective theories of learning outcomes to new methods of training evaluation[J]. Journal of applied psychology, 1993, 78(2): 311-328.

[26] BHATTACHARYA N, GWIZDKA J. Relating eye-tracking measures with changes in knowledge on search tasks[C]//Proceedings of the 2018 ACM symposium on eye tracking research & applications. New York: ACM, 2018: 1-5.

[27] COLLINS-THOMPSON K, RIEH S Y, HAYNES C C, et al. Assessing learning outcomes in web search: a comparison of tasks and query strategies[C]//Proceedings of the 2016 conference on human information interaction and retrieval. New York: ACM, 2016: 163-172.

[28] 谭金波. 学生信息搜索的内隐与外显策略对网络学习绩效的影响[J]. 中国电化教育,2014(9):67-71, 77.

[29] GADIRAJU U, YU R, DIETZE S, et al. Analyzing knowledge gain of users in informational search sessions on the Web[C]//Proceedings of the 2018 conference on human information interaction & retrieval. New York: ACM, 2018: 2-11.

[30] YU R, GADIRAJU U, HOLTZ P, et al. Predicting user knowledge gain in informational search sessions[C]//The 41st international ACM SIGIR conference on research & development in information retrieval. New York: ACM, 2018: 75-84.

[31] LIU C, SONG X. How do information source selection strategies influence users' learning outcomes'[C]//Proceedings of the 2018 conference on human information interaction & retrieval. New York: ACM, 2018: 257-260.

[32] SONG X, LIU C, LIU H. Characterizing and exploring users' task completion process at different stages in learning related tasks[J]. Proceedings of the association for information science and technology, 2018, 55(1): 460-469.

[33] CHI Y, HAN S, HE D, et al. Exploring knowledge learning in collaborative information seeking process[C]//Proceedings of SIGIR 2016 workshop: searching as learning (SAL). Italy: CEUR-WS, 2016.

[34] ROY N, MORAES F, HAUFF C. Exploring users' learning gains within search sessions[C]//Proceedings of the 2020 conference on human information interaction and retrieval. New York: ACM, 2020: 432-436.

[35] POTTHAST M, HAGEN M, VÖLSKE M, et al. Crowdsourcing interaction logs to understand text reuse from the Web[C]//Proceedings of the 51st annual meeting of the Association for Computational Linguistics. Sofia: Association for Computational Linguistics, 2013: 1212-1221.

[36] HAGEN M, POTTHAST M, VÖLSKE M, et al. How writers search: analyzing the search and writing logs of non-fictional essays[C]//Proceedings of the 2016 conference on human information interaction and retrieval. New York: ACM, 2016: 193-202.

[37] 刘畅, 宋筱璇, 杨子傲. 用户信息搜索中的学习行为及过程探究[J]. 大学图书馆学报, 2019, 37(4): 36-45.

[38] ZHANG P, SOERGEL D. Process patterns and conceptual changes in knowledge representations during information seeking and sensemaking: a qualitative user study [J]. Journal of information science, 2016, 42(1): 59-78.

[39] LIU H, LIU C, BELKIN N J. Investigation of users' knowledge change process in learning - related search tasks[J]. Proceedings of the Association for Information Science and Technology, 2019, 56(1): 166-175.

[40] LIU C, SONG X, LIU H, et al. Modelling knowledge change behaviors in learning-related tasks[C]// Proceedings of CIKM 2020 workshop: 1st international workshop on investigating learning during Web search. Ireland: CEUR-WS, 2020.

[41] ZHANG Y, LIU C. Users' knowledge use and change during information searching process: a perspective of vocabulary usage[C]//Proceedings of the ACM/IEEE joint conference on digital libraries in 2020. New York: ACM, 2020: 47-56.

[42] COURTRIGHT C. Context in information behavior research[J]. Annual review of information science and technology, 2010, 41(1):273-306.

[43] WILLOUGHBY T, ANDERSON S A, WOOD E, et al. Fast searching for information on the Internet to use in a learning context: the impact of domain knowledge[J]. Computers & Education, 2009, 52(3):640-648.

[44] WILSON M J, WILSON M L. A comparison of techniques for measuring sensemaking and learning within participant-generated summaries[J]. Journal of the American Society for Information Science & Technology, 2013, 64(2):291-306.

[45] 袁红,李秋. 搜索任务和搜索能力对用户探索式搜索行为的影响研究[J]. 图书情报工作,2015,59(15):94-105.

[46] KINLEY K, TJONDRONEGORO D. User-Web interactions: how wholistic/analytic Web users search the Web? [C]//Proceedings of the 22nd conference of the computer-human interaction special interest group of Australia on computer-human interaction. New York: ACM, 2010: 344-347.

[47] 刘涵蕊,刘畅. 认知风格与话题熟悉度对学习型任务下搜索交互行为的影响研究[J]. 情报理论与实践,2018,41(4):56-62.

[48] 张路路,黄崑. 基于认知风格的数字图书馆用户信息检索行为研究[J]. 情报学报,2018,37(11):1164-1174.

[49] ALLPORT G W. Personality: a psychological interpretation[J]. British journal of educational psychology, 1937, 13(7): 48-50.

[50] FLAVELL J H. Metacognitive aspects of problem solving[J]. The nature of intelligence, 1976: 231-235.

[51] LIU G Z, CHONG S S. Metacognition & conceptual drifting in interactive information retrieval: an exploratory field study[J]. Pro-

ceedings of the Association for Information Science and Technology, 2011, 48(1): 1－9.
[52] BOWLER L. A taxonomy of adolescent metacognitive knowledge during the information search process[J]. Library & information science research, 2010, 32(1): 27－42.
[53] VAKKARI P. Task-based information searching[J]. Annual review of information science and technology, 2003, 37(1): 413－464.
[54] RUTHVEN I, KELLY D. Interactive information seeking, behaviour and retrieval[M]. London: Facet Publishing, 2011.
[55] 宋筱璇,刘畅.学习型搜索中用户信息源选择和使用策略研究[J].情报学报,2019,38(6):655－666.
[56] 宋筱璇,刘畅.搜索前后用户知识水平的评估及其变化情况分析[J].图书情报工作,2018,62(2):108－116.
[57] ANDERSON L W, KRATHWOHL D R. A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives[M]. New York: Longman, 2001.
[58] JANSEN B J, BOOTH D, SMITH B. Using the taxonomy of cognitive learning to model online searching[J]. Information processing & management, 2009, 45(6): 643－663.
[59] WU W C, KELLY D, EDWARDS A, et al. Grannies, tanning beds, tattoos and NASCAR: evaluation of search tasks with varying levels of cognitive complexity[C]//Proceedings of the 4th information interaction in context symposium. New York: ACM, 2012: 254－257.
[60] KELLY D, ARGUELLO J, EDWARDS A, et al. Development and evaluation of search tasks for IIR experiments using a cognitive complexity framework[C]//Proceedings of the 2015 international conference on the theory of information retrieval. New York: ACM, 2015: 101－110.
[61] GHOSH S, RATH M, SHAH C. Searching as learning: Exploring search behavior and learning outcomes in learning-related tasks[C]//Proceedings of the 2018 conference on human information interaction & retrieval. New York: ACM, 2018: 22－31.
[62] 韩正彪,郭靖怡,潘培培,等.基于认知分类的大学生网络健康信息搜索的学习效果研究[J].图书情报知识,2020(4):19－31.
[63] URGO K, ARGUELLO J, CAPRA R. Anderson and Krathwohl's two-dimensional taxonomy applied to task creation and learning assessment[C]//Proceedings of the 2019 ACM SIGIR international conference on theory of information retrieval. New York: ACM, 2019: 117－124.
[64] KOROBILI S, MALLIARI A, ZAPOUNIDOU S. Factors that influence information-seeking behavior: the case of Greek graduate students[J]. Journal of academic librarianship, 2011, 37(2): 155－165.
[65] 袁红,施晓玲.搜索与学习:探索式搜索中的个体学习行为研究[J].情报理论与实践,2019,42(3):36－42.
[66] LIU C, ZHANG L, SONG X. Are self-assessment of search ability and performance reliable?[J]. Proceedings of the Association for Information Science and Technology, 2016, 53(1):1－4.
[67] HERSH W R, ELLIOT D L, HICKAM D H, et al. Towards new measures of information retrieval evaluation[C]// Proceedings of international ACM SIGIR conference on research and development in information retrieval. New York: ACM, 1995:164－170.
[68] NELSON L, HELD C, PIROLLI P, et al. With a little help from my friends: examining the impact of social annotations in sensemaking tasks[C]// Proceedings of the 2009 CHI conference on human factors in computing systems. New York: ACM, 2009: 1795－1798.
[69] KAMMERER Y, NAIRN R, PIROLLI P, et al. Signpost from the masses: learning effects in an exploratory social tag search browser [C]// Proceedings of the 2009 CHI conference on human factors in computing systems. New York: ACM, 2009:625－634.
[70] 夏立新,周鼎,叶光辉,等.情感负荷视角下探索式搜索学习效果的影响因素[J].图书情报知识,2020(4):133－141.
[71] 张云秋, 安文秀, 冯佳. 探索式信息搜索行为研究[J]. 图书情报工作, 2012, 56(14):67－72.
[72] 刘萍,杨志伟,苏文婷.面向探索式搜索的认知结构量化评估[J].情报理论与实践,2019,42(5):99－105.
[73] KOLB D A. Experiential learning: experience as the source of learning and development[M]. New York: FT Press, 2014.
[74] INGWERSEN P, JÄRVELIN K. The turn: integration of information seeking and retrieval in context[M]. Netherlands: Springer, 2006.
[75] EICKHOFF C, TEEVAN J, WHITE R, et al. Lessons from the journey: a query log analysis of within-session learning[C]//Proceedings of the 7th ACM international conference on Web search and data mining. New York: ACM, 2014: 223－232.
[76] WHITE R W, DUMAIS S T, TEEVAN J. Characterizing the influence of domain expertise on Web search behavior[C]//Proceedings of the second ACM international conference on Web search and data mining. New York: ACM, 2009: 132－141.
[77] ZHANG X, COLE M, BELKIN N. Predicting users' domain knowledge from search behaviors[C]//Proceedings of the 34th international ACM SIGIR conference on research and development in information retrieval. New York: ACM, 2011: 1225－1226.
[78] MEYER A, HANSEN P, FOURIE I. Assessing the potential of third space to design a creative virtual academic space based on findings from information behavior [EB/OL]. [2020－09－10]. http://informationr.net/ir/23-4/isic2018/isic1814.html.
[79] TEIXEIRA C P, TIBAU M, SIQUEIRA S W M, et al. Reordering search results to support learning[C]//International symposium on emerging technologies for education. Cham: Springer, 2019: 361－369.
[80] FULANTELLI G, MARENZI I, AHMAD Q A I, et al. SaR-Web-A tool to support search as learning processes[C]//Proceedings of SIGIR 2016 workshop: searching as learning. Italy: CEUR-WS,

2016.

[81] HUURDEMAN H C, WILSON M L, KAMPS J. Active and passive utility of search interface features in different information seeking task stages[C]//Proceedings of the 2016 ACM on conference on human information interaction and retrieval. New York: ACM, 2016: 3-12.

[82] NIU X, KELLY D. The use of query suggestions during information search[J]. Information processing & management, 2014, 50(1): 218-234.

[83] HUURDEMAN H C. Dynamic compositions: recombining search user interface features for supporting complex work tasks[C]//Proceedings of CHIIR 2017 workshop on supporting complex search tasks. Norway: CEUR-WS, 2017: 22-25.

[84] COLLINS-THOMPSON K, BENNETT P N, WHITE R W, et al. Personalizing web search results by reading level[C]//Proceedings of the 20th ACM international conference on information and knowledge management. New York: ACM, 2011: 403-412.

[85] AZPIAZU I M, DRAGOVIC N, PERA M S, et al. Online searching and learning: YUM and other search tools for children and teachers[J]. Information retrieval journal, 2017, 20(5): 524-545.

[86] WILSON M L, YE C, TWIDALE M B, et al. Search literacy: learning to search to learn[C]//Proceedings of SIGIR 2016 workshop: searching as learning. Italy: CEUR-WS, 2016.

作者贡献说明：

宋筱璇：收集、分析资料，撰写论文初稿；

刘畅：提出研究思路，参与资料分析，修改论文；

陈建龙：完善研究思路，修改论文。

A Review of Research from the Perspective of Searching as Learning

Song Xiaoxuan　Liu Chang　Chen Jianlong

Department of Information Management, Peking University, Beijing 100871

Abstract: [**Purpose/significance**] This paper intends to sort out SAL-related studies, to form a more complete review, which provides the corresponding guidance and reference for future research in the SAL. [**Method/process**] In this paper, we reviewed previous studies to summarize the four main concerns in the current SAL studies: the relationship between searching and learning, the influencing factors of the search process, the evaluation of learning, and system optimization. Accordingly, a research framework for SAL, comprehensively considering context, people, system, and the relationship between searching and learning was proposed. [**Result/conclusion**] Future research should focus on four key issues: ① characterizing learning context to design learning-related search tasks, and evaluate learning outcome corresponding to task characteristics; ② exploring how individual's learning characteristics, e.g., cognitive and metacognitive characteristics affect search interactions during the search process; ③ understanding searching as a learning process, to investigate the connections between search behaviors and learning behaviors; ④ merging contextual factors, individual factors, and searching and learning characteristics, to redesign, configure and optimize the current search system, for the integration of search system and learning system, and effectively support learning.

Keywords: searching as learning (SAL)　learning-related search　search process　contextual factors　learning outcome　system optimization